

**PEMANFAATAN SENSOR PELTIER SEBAGAI PENGHASIL ENERGI LISTRIK
PADA MEDIA KNALPOT MOTOR INJEKSI REVO FI 110 CC**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

MUHAMMAD RODIF

D400160036

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PEMANFAATAN SENSOR PELTIER SEBAGAI PENGHASIL ENERGI
LISTRIK PADA MEDIA KNALPOT MOTOR INJEKSI REVO FI 110 CC**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

MUHAMMAD RODIF

D400160036

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Hasyim Asy'ari S.T.M.T

NIK. 981

HALAMAN PENGESAHAN

**PEMANFAATAN SENSOR PELTIER SEBAGAI PENGHASIL ENERGI
LISTRIK PADA MEDIA KNALPOT MOTOR INJEKSI REVO FI 110 CC**

OLEH
MUHAMMAD RODIF
D400160036

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 27 April 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

- | | |
|----------------------------|---------|
| 1. Hasyim Asy'ari, ST.MT | (.....) |
| (Ketua Dewan Penguji) | (.....) |
| 2. Agus Supardi, ST.MT | (.....) |
| (Anggota I Dewan Penguji) | (.....) |
| 3. Ir. Jatmiko, MT | (.....) |
| (Anggota II Dewan Penguji) | (.....) |

Dekan,



(Handwritten signature of Ir. Sri Sunarjono)

Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 27 April 2020

Penulis



MUHAMMAD RODIF

D400160036

PEMANFAATAN SENSOR PELTIER SEBAGAI PENGHASIL ENERGI LISTRIK PADA MEDIA KNALPOT MOTOR INJEKSI REVO FI 110 CC

Abstrak

Perkembangan secara signifikan di era globalisasi ini yang sangat terlihat yakni pada sektor transportasi dan teknologi *smartphone* dikarenakan kedua sektor tersebut sangat dibutuhkan masyarakat dengan penggunaan transportasi di Indonesia ini sebesar 133 juta unit yang didominasi sepeda motor sedangkan penggunaan *smartphone* dengan akumulasi terhadap persentase 100% tercatat 66,3% dengan durasi waktu penggunaan 3-5 jam sehingga tidak dapat dipungkiri bahwa kedua sektor tersebut menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat. Dari perkembangan sepeda motor di Indonesia yang sangat pesat menyebabkan pencemaran udara dengan bertambahnya konsumsi bahan bakar yang digunakan dan efisiensi dari pembakaran tersebut. Berdasarkan aliran energi pembakaran motor bahwa sekitar 100% hasil pembakaran, 25% digunakan sebagai operasional kendaraan, 30% sebagai pendinginan, 40% ikut keluar bersamaan dengan gas buang (*exhaust gas*), dan 5% hilang karena terjadinya gesekan. Berdasarkan energi pembakaran pada sepeda motor menghasilkan energi panas yang dirasakan pada peralatan pembuangan udara yakni knalpot dengan knalpot standar suhu maksimal sebesar 216,9 °C sedangkan untuk knalpot racing suhu maksimal sebesar 315,96 °C. Suhu knalpot motor dapat dimanfaatkan dengan menggunakan sensor *peltier* menjadi energi listrik. Pada penelitian ini memanfaatkan sensor *peltier* dengan sumber suhu panas pada knalpot motor dan es batu sebagai pendinginannya sehingga menghasilkan energi listrik dengan perbedaan suhu antar kedua sisi *peltier* dengan bahan semikonduktor tipe n dan p yang bekerja pada efek *seebeck* sebagai perbandingan suhu, dan pada penelitian ini mendapatkan hasil tegangan listrik DC menggunakan satu keping sensor *peltier* dengan pemasangan pada knalpot standar sepeda motor injeksi Revo FI 110 CC pada bagian kepala serta pengujian dengan cara motor dinyalakan dan diberikan 4 kondisi yakni kondisi *standby*, putaran roda gigi 1000 RPM, 2000 RPM, dan 3000 RPM menghasilkan tegangan puncak rata-rata pada *peltier* sebesar 3,5 Volt serta diberikan beban *smartphone* menghasilkan tegangan puncak rata-rata 3,66 volt dan arus suplai puncak pada beban sebesar 0,23 amp dengan suhu selisih puncak tanpa beban 76,7 °C serta berbeban tegangan dan arus berturut-turut 75,8 °C dan 68,7 °C pada bagian kepala knalpot.

Kata Kunci : Arus,Knalpot Motor,Sensor *Peltier*,Suhu,Tegangan

Abstract

Significant developments in this globalization era are very visible in the transportation sector and smartphone technology because these two sectors are urgently needed in the community with the use of transportation in Indonesia. 133 million units are dominated by motorcycles, while the use of smartphones with an accumulation of 100% is recorded at 66, 3% with 3-5 hours of usage duration so it cannot be denied that the two sectors are the primary needs of the community. The rapid development of motorbikes in Indonesia has caused air pollution by increasing the consumption of fuel used and the efficiency of the combustion. Based on the combustion motor energy flow that about 100% combustion results, 25% is used as vehicle operations, 30% as cooling, 40% come out along with exhaust gas (*exhaust gas*), and 5% is lost due to friction. Based on the combustion energy on a motorcycle produces heat energy that is felt in the air exhaust equipment ie exhaust with standard exhaust maximum temperature of 216.9 °C while for racing exhaust the maximum temperature of 315.96 °C. The exhaust temperature of the motor can be utilized by using a *peltier* sensor into electrical

energy. In this study utilizing a peltier sensor with a source of heat in the exhaust motor and ice cubes as cooling so as to produce electrical energy with temperature differences between the two sides of the peltier with n and p type semiconductor construction materials that work on the seebeck effect as a temperature ratio, and in this study get the results of DC power voltage with a single piece of peltier sensor by mounting on the motorcycle exhaust injection Revo FI 110 CC head and testing with the motor turned on and given 4 conditions namely standby conditions, gear rotation 1000 RPM, 2000 RPM, and 3000 RPM produce average peak voltage on the peltier of 3.5 volts and given a smartphone load resulting in an average peak voltage of 3.66 volts and peak supply current at a load of 0.23 amp with a difference of peak temperature without a load of 76.7 °C and a voltage load and currents 75.8 °C and 68.7 °C respectively on the exhaust head.

Keywords: Current, Motorcycle Muffler, Peltier Sensor, Temperature, Voltage

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan populasi masyarakat yang sangat pesat di negara Indonesia ini mempengaruhi beberapa sektor untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yakni kebutuhan pangan, hingga kebutuhan akan transportasi mengakibatkan sektor yang dibutuhkan tersebut juga meningkat. Bukan hanya pangan, sandang dan papan sebagai kebutuhan utama masyarakat akan tetapi transportasi menjadi sektor yang sangat dibutuhkan pada masyarakat karena sangat membantu dalam proses distribusi, layanan berlibur hingga mencari penghasilan. Transportasi yang ada di Indonesia saat ini terbilang sangat beragam dari transportasi darat, laut hingga udara. Berbagai macam transportasi yang sangat meningkat populasi nya yakni pada transportasi darat salah satunya kendaraan sepeda motor.

Menurut Susantono pada tahun 2014 yang di kutip dari event AISI dengan tema teknologi, keselamatan dan sikap menyimpulkan bahwa data populasi sepeda motor di seluruh dunia pada tahun 2010 terdapat sekitar 455 juta sepeda motor dengan per 1000 penduduk berjumlah 69 sepeda motor dan pada Asia peningkatan sebesar 79% sekaligus menduduki peringkat pertama dalam penggunaan sepeda motor sedangkan pada negara Indonesia menduduki peringkat ke tiga di Asia dalam penggunaan sepeda motor sebesar 251 sepeda motor per 1000 populasi penduduk dengan lebih dari satu sepeda motor setiap empat orang. Sedangkan menurut data tiga tahun terakhir dari badan pusat statistik jumlah perkembangan populasi sepeda motor di Indonesia dari kendaraan bermotor lainnya menduduki peringkat pertama sebesar 133 juta unit. Peningkatan jumlah populasi ini menjadikan persoalan dalam berbagai aspek diantaranya pencemaran udara.

Perkembangan sepeda motor yang meningkat menyebabkan pencemaran udara dengan bertambahnya konsumsi bahan bakar dan efisiensi pada pembakaran tersebut. Berdasarkan aliran energi motor, pembakaran pada motor dengan persentase hasil pembakaran 100%, 25% digunakan untuk operasional kendaraan, 30% untuk pendinginan, 40% keluar dalam bentuk gas buang (*exhaust gas*), dan 5% hilang karena terjadi gesekan (Avaritsioti,2016).

Dilain sisi pertumbuhan populasi masyarakat yang sangat pesat juga mempengaruhi jumlah populasi penggunaan *smartphone* di negara ini dengan didukung fitur-fitur internet yang sekarang dapat diakses oleh *smartphone* sebagai sumber informasi. Menurut data dari Kominfo dalam survei penggunaan TIK 2017 menyimpulkan bahwa dari 100% penduduk di indonesia sekitar 66,3% setiap individu memiliki *smartphone* dengan frekuensi penggunaan 3-5 jam per hari sehingga kebutuhan akan suplai listrik tambahan sangat diperlukan guna memenuhi frekuensi penggunaan yang sangat sering pada *smartphone* di era sekarang.

Berdasarkan energi pembakaran pada sepeda motor menghasilkan energi panas yang dirasakan pada peralatan pembuangan udara yakni knalpot dengan knalpot standar suhu maksimal sebesar 216,9 °C sedangkan untuk knalpot racing suhu maksimal sebesar 315,96 °C (Putra,2015). Sehingga pembuangan udara panas di knalpot motor dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik dengan menggunakan suatu komponen sensor bernama *peltier* dengan konsep kerja yang dapat mengkonversi panas menjadi listrik.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui seberapa besar energi listrik yang dapat dihasilkan pada suhu panas knalpot standar motor injeksi Revo FI 110 CC oleh *peltier* sebagai termoelektrik generator (TEG) dengan menggunakan satu keping sensor *peltier* sehingga mendapatkan hasil energi listrik yang nantinya dimanfaatkan sebagai penyuplai listrik pada *smartphone*.

Penelitian yang dilakukan oleh Sugiyanto tahun 2014 pada termoelektrik generator menggunakan tipe IEVERRED TEG 126-40A sebanyak tiga buah yang diletakkan di *exhaust* motor metic 110 CC mendapatkan hasil tegangan terbuka adalah 3,4 V pada putaran 4000 RPM dirangkai seri, dan ketika diberikan beban lampu LED, tegangan yang dibangkitkan sebesar 2,73 V dengan arus 0,02 A dan kondisi putaran yang sama.

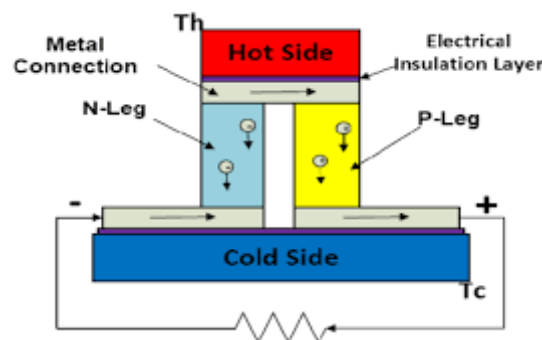
Pada pengujian A. Akbarzadeh, dkk tahun 2016 menggunakan mobil 3.0 L V6 dengan delapan modul TEG 62 mm x 62 mm, mendapatkan daya maksimum adalah 38 Watt dengan laju perpindahan panas 1541 Watt.

Wardoyo tahun 2016 dalam penelitiannnya mengetahui karakteristik pembangkitan termoelektrik dengan pengujian besar daya yang dihasilkan pada kondisi tempratur yang

berbeda menghasilkan daya maksimum yang diperoleh adalah 36,15 Watt pada putaran mesin 4000 RPM dan kecepatan angin 7,2 m/s.

Pada tahun 2017 Rafsanjani A.A, dkk melakukan penelitian menggunakan perbedaan suhu kedua sisi termoelektrik generator untuk menghasilkan listrik dengan penyusunan secara seri mendapatkan hasil daya 0,336 Watt pada selisih suhu 75 derajat celcius dengan *output* nya dimanfaatkan sebagai sumber energi pada *smartphone* dengan dikuatkan oleh rangkaian Max756 sebagai *step-up dc-dc voltage converter* sebesar 5 Volt.

Penelitian ini dengan penelitian terdahulu membedakan pengaplikasian dan pemanfaatan pada *peltier* tipe SP 1848 27145 SA sebagai penyuplai daya listrik gratis pada *smartphone* dengan menggunakan satu keping sensor *peltier* serta pengaplikasian pada penyerapan suhu knalpot motor dan pengujian ketika motor dinyalakan. Penelitian ini menggunakan metode efek *seebeck* dengan memanfaatkan kandungan material sensor tersebut yakni bahan semikonduktor tipe n dan p yang saling berhubungan sehingga ketika diberikan energi berupa suhu dengan dua sisi yang berbeda, sisi atas menyerap suhu dingin dan sisi bawah menyerap suhu panas menimbulkan perbedaan suhu sehingga menghasilkan selisih suhu dari panas dan dingin dan selisih suhu tersebut dikonversi langsung menjadi tegangan listrik dan arus listrik ketika diberikan beban atau tidak.



Gambar 1. Ilustrasi Kerja Termoelektrik Generator pada *Efek Seebeck*
(Karpe,2016)

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat mengenai pengembangan pemanfaatan termoelektrik generator sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan serta dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari supaya dapat memberikan kemudahan dalam penyuplaian listrik mandiri untuk kebutuhan perangkat elektronik khususnya *smartphone* yang dapat digunakan di situasi dan kondisi apapun.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana penempatan sensor *peltier* terhadap media knalpot sepeda motor injeksi Revo FI 110 CC dan media pendinginannya?
- b. Bagaimana sistem pengujian dan pengambilan data hasil listrik berupa DC yang tercipta dari sensor *peltier* tipe SP 1848 27145 SA?
- c. Berapa tegangan keluaran dan daya keluaran berupa DC yang dapat diciptakan dari sensor *peltier* tipe SP 1848 27145 SA untuk mencharger *smartphone*?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Merancang alat untuk dapat dipasang pada media knalpot motor injeksi Revo FI 110 CC dan media pendinginnya.
- b. Melakukan pengujian dan pengambilan data sensor *peltier* tipe SP 1848 27145 SA sebagai perangkat utama konversi energi dari suhu menjadi listrik pada media knalpot sepeda motor injeksi Revo FI 110 CC dan media pendinginannya.
- c. Mengetahui tegangan keluaran dan daya keluaran sensor *peltier* tipe SP 1848 27145 SA dengan menggunakan *smartphone* sebagai objek pemanfaatan energi listrik yang dihasilkan.

1.4 Manfaat Penelitian

- a. Penulis dapat memahami karakteristik sensor *peltier* sebagai konversi energi terbarukan
- b. Membantu masyarakat dalam memenuhi kebutuhan listrik pada perangkat-perangkat kecil
- c. Menjadi solusi pada PT. PLN persero dalam meminimalisir kekurangan listrik pada masyarakat

1.5 Batasan Penelitian

- a. Pengujian sensor *peltier* sebagai konversi energi dari suhu menjadi listrik.
- b. Kontrol keluaran sensor *peltier* menggunakan modul *powerbank*.
- c. Mendesain tempat sensor *peltier* untuk dapat maksimal dalam proses konversi energi.

1.6 Target Luaran

- a. Memberikan dampak positif bagi pembangkit listrik terbarukan dalam skala kecil
- b. Menyediakan suatu produk pembangkit terbarukan untuk dapat mengatasi persoalan kebutuhan listrik di masyarakat.
- c. Membantu PT. PLN persero dengan inovasi produk pembangkit energi terbarukan yang ramah lingkungan dan memanfaatkan sumber energi alam

2. METODE

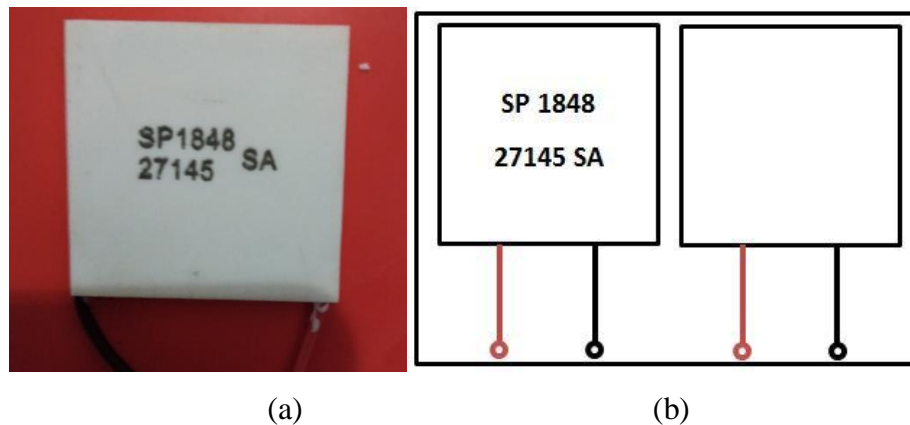
2.1 Rancangan Konseptual alat

Pada metode penelitian ini diperlukan desain dan rancangan konseptual seluruhnya pada pembuatan alat sebelum pengujian berlangsung. Pada rancangan alat menggunakan media knalpot sepeda motor sebagai sumber energi panas dengan es batu sebagai sumber energi dingin.

Termoelektrik generator yang digunakan adalah sensor *peltier* tipe SP1848 27145SA dengan pemasangan pada gambar 2.



Gambar 2 Gambaran Umum pemasangan knalpot sepeda motor (Latif,2015)



Gambar 3 (a) Bentuk Fisik Sensor *Peltier* TEG SP1848 27145SA
(b) Bagian Sisi Panas dan Dingin Sensor *Peltier* TEG SP 1848 27145 SA

Tabel 1 Spesifikasi Sensor *Peltier* TEG SP1848 27145SA

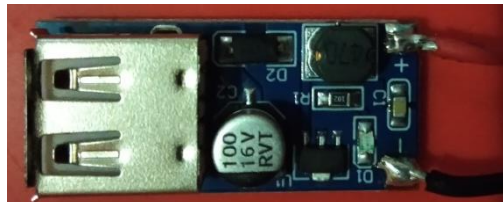
Model	SP1848 27145SA
<i>Open Circuit Voltage</i>	4,8
Operasi Suhu (°C)	0-120
Maksimum Suhu (°C)	120
Panjang Kabel (mm)	350
Panjang (mm)	40
Lebar (mm)	40
Tinggi (mm)	3,6
Berat (gr)	30

Tabel 2 Data Operasi Sistem Sensor *Peltier* TEG SP1848 27145SA

Suhu (C)	Tegangan Terbuka (V)	Arus (A)
20	0,97	0,225
40	1.8	0,368
60	2.4	0,469
80	3.6	0,558
100	4.8	0,669

Berdasarkan gambar 3 menampilkan bentuk fisik pada sensor dan bagian sisi sensor yang berfungsi sebagai penyerapan suhu panas dan dingin. Pada tabel 1 menampilkan data spesifikasi dari sensor *peltier* TEG SP1848 27145 SA dari fisik dan kemampuan operasi suhu dan tabel 2 menampilkan data operasi hasil tegangan dan arus yang dihasilkan dengan masing-masing perbedaan suhunya (Robu.in,2019).

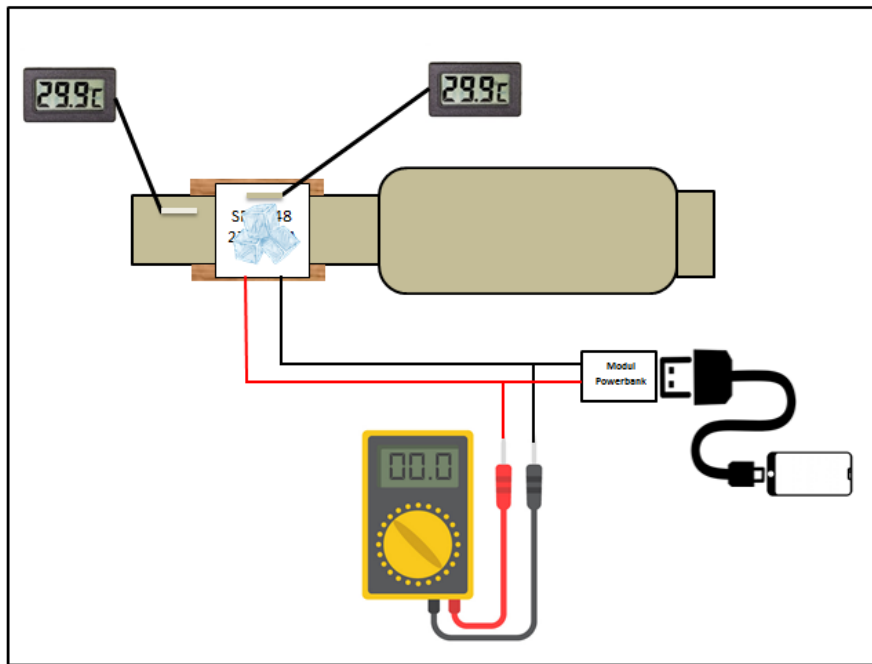
Setelah menghasilkan tegangan keluaran dari proses kerja sensor tersebut untuk dapat mensuplai kebutuhan daya listrik *smartphone* diberikan rangkaian modul boost converter dc-dc step up *powerbank* (gambar 4) dengan rating operasi kerja dari 0,9-5 Volt pada rating tersebut menjelaskna bahwa modul akan bekerja ketika dibeikan tegangan 0,9 sampai 5 Volt sebagai penyetabil tegangan dengan keluaran tetap yakni 5 Volt.



Gambar 4. Modul *Booster 5 Volt dc*

Pada perancangan alat ditempatkan pada bagian kepala knalpot motor injeksi revo FI 110 cc (gambar 2) dengan diberikan dudukan kayu agar panas yang diserap optimal dan bagian dingin langsung ditempelkan es batu dengan dipasangkan alat pengukuran meliputi pengukuran suhu panas dan dingin (termometer digital), pengukuran tegangan tanpa beban, berbeban, maupun arus (multimeter digital).

Perancangan alat terlihat pada gambar 5 yang menampilkan sistem kerja hingga konsumsi listrik dc yang dihasilkan serta alur pengukurannya.



Gambar 5 Alur sistem kerja hingga konsumsi hasil listrik pada *smartphone*

2.2 Perlengkapan dan Bahan Penelitian

Sebelum melaksanakan proses perancangan alat, terlebih dahulu perlu adanya pengumpulan semua peralatan dan bahan yang diperlukan guna mendukung dan melancarkan dalam mendapatkan hasil yang sesuai. Alat dan bahan yang diperlukan yaitu:

1. Peralatan Penunjang

- a. Sepeda Motor
- b. *Smartphone*
- c. Multimeter
- d. Termometer digital
- e. Obeng
- f. Cutter dan gunting
- g. Lem kayu
- h. Solder timah
- i. Tang potong
- j. Kabel jumper
- k. Jepit buaya

2. Bahan Penunjang

- a. Sensor *peltier* SP 1848 27145 SA
- b. Modul *powerbank booster dc-dc 5 volt*

- c. Kayu balsa 5 mm
- d. Es batu
- e. Alumunium Seng

2.3 Tahapan Penelitian

a. Studi Literatur

Tahapan ini mengumpulkan informasi dari berbagai sumber seperti : buku, e-book, internet dan jurnal nasional ataupun internasional yang berguna untuk membantu dalam proses penelitian.

b. Perancangan Alat

Perancangan alat ini menggabungkan semua komponen yang dibutuhkan menjadi produk konfersi energi skala kecil sesuai dengan perancangan skema diagram proses kerja pada gambar 6 serta diberikan rangkaian penstabil dan penaik tegangan.

c. Pengujian dan Pengambilan Data

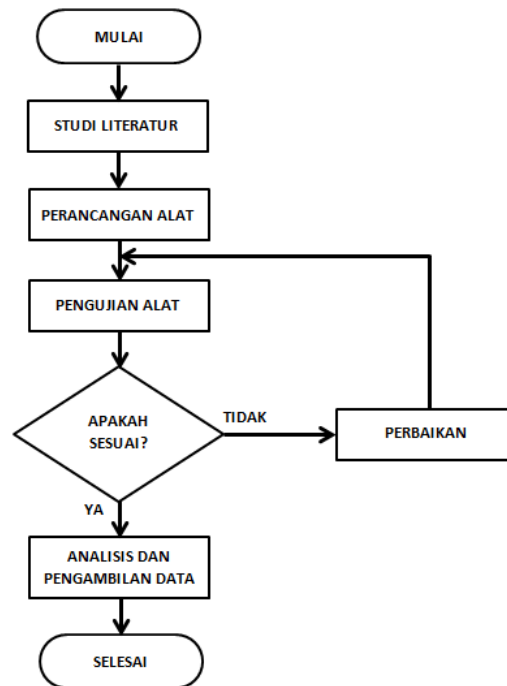
Tahapan pengujian dilakukan dengan cara pengujian alat yang telah dirancang pada knalpot sepeda motor untuk mendapatkan suhu panas dan es batu untuk mendapatkan suhu dingin. Pengambilan data dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a) Mengukur suhu panas pada knalpot dan suhu dingin pada es batu (termometer digital)
- b) Mengukur tegangan keluaran dari rangkaian sensor *peltier* atau tegangan tanpa beban (multimeter)
- c) Mengukur tegangan dan arus suplai pada beban (multimeter)
- d) Menghitung daya listrik yang dihasilkan ($P=V \cdot I$)

d. Analisa Data

Tahapan ini data – data yang telah terkumpul selanjutnya dihitung, dikelompokkan, dianalisa dan di buat grafik untuk membuat analisa dan kesimpulan.

2.4 Flowchart Penelitian



Gambar 6. Flowchart alur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rancangan Alat

Perancangan sensor *peltier* dan posisi peletakan alat pada motor sebagai berikut.



Gambar 7. Penempatan sensor *peltier* dan rancangan proses pengujian alat

Pada gambar 7. Menampilkan penempatan alat pada knalpot dan perancangan proses pengujian alat dengan menggunakan satu keping sensor *peltier* yang diberikan dudukan berupa papan balsa untuk mendapatkan panas yang optimal dan es batu ditempelkan pada bagian sisi atas sensor dengan keluaran ditampilkan pada multimeter dan dipasang modul *powerbank booster dc-dc converter* dengan rating 0,9-5 volt menjadi keluaran 5 volt dan selanjutnya diletakkan pada knalpot motor dengan posisi pada bagian kepala knalpot.

3.2 Pengujian Alat

Konsep pengujian alat menggunakan sepeda motor injeksi revo FI 110 CC dengan penampilan data dan pengambilan data menggunakan multimeter dan termometer digital yang ditampilkan pada gambar 8.

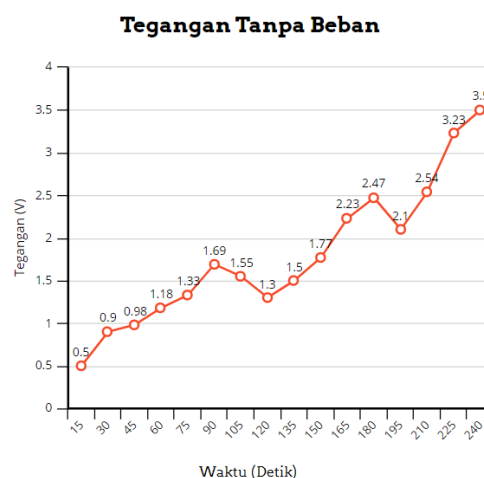


Gambar 8. Konsep pengujian dan pengambilan data alat

Pada gambar 8 menampilkan bahwasannya pengujian alat menggunakan sepeda motor dengan pengambilan data menggunakan multimeter dan termometer digital pada kondisi motor dinyalakan dengan 4 kondisi yakni *standby*, putaran roda gigi 1000 RPM, 2000 RPM, dan 3000 RPM dengan durasi selama 60 detik*4 kondisi berjumlah total durasi 240 detik. Pengambilan data dilakukan setiap kondisi dengan durasi 60 detik (1 menit) dan parameter pengambilan data diantaranya suhu sisi panas dan dingin, tegangan terbuka sensor *peltier* atau tegangan tanpa beban, tegangan beban *smartphone*, dan arus suplai serta perhitungan daya yang dihasilkan dari keluaran berupa tegangan dc (*direct current*).

3.3 Hasil Uji Alat

3.3.1 Tanpa Beban

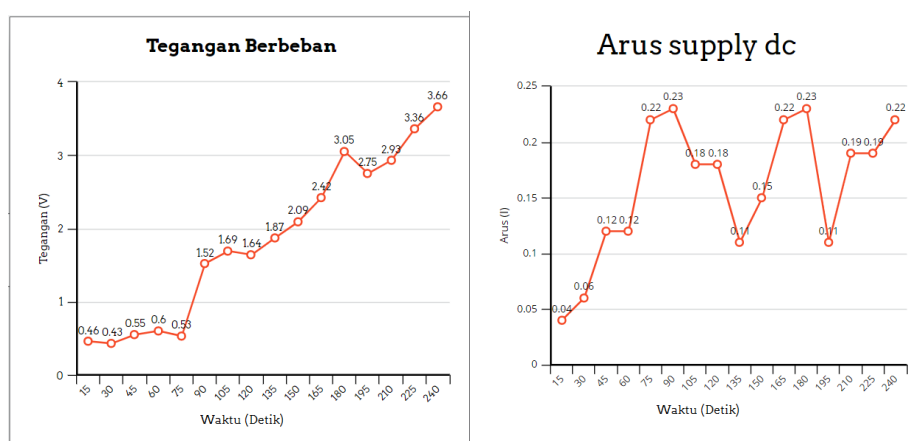


Gambar 9. Grafik Hasil Uji Tegangan Keluaran Tanpa Beban

Berdasarkan hasil uji pada gambar 9 menampilkan hasil dalam bentuk grafik mendapatkan data ketika pengujian dengan kondisi *standby* sampai putaran gigi 3000 RPM selama masing-masing kondisi 60 detik dengan total durasi 240 detik. Pada grafik tegangan cenderung naik secara stabil dengan tegangan puncak sebesar 3,50 volt pada kondisi 3000 RPM dan durasi ke detik 240 dan mengalami penurunan pada pergantian kondisi 1000 RPM durasi 120 detik ke 2000 RPM serta 2000 RPM durasi 180 detik ke kondisi 3000 RPM.

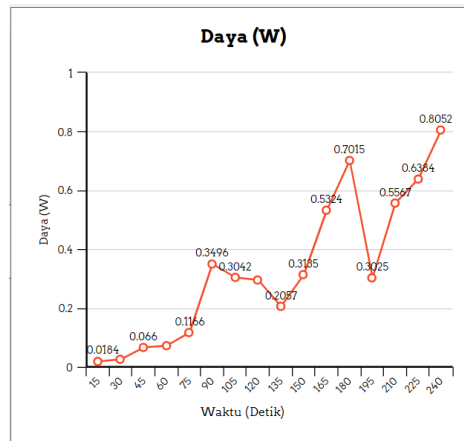
3.3.2 Berbeban

Pengujian dengan pembebanan menggunakan beban *smartphone* dan penghubung menggunakan kabel usb serta modul *powerbank booster dc-dc converter 5 volt*. Mendapatkan dua hasil parameter yang diuji dan satu paramater daya yang dihasilkan terhadap tegangan dan arus yang didapatkan sebagai berikut.



Gambar 10. Grafik Hasil Tegangan Berbeban dan arus *supply smartphone*

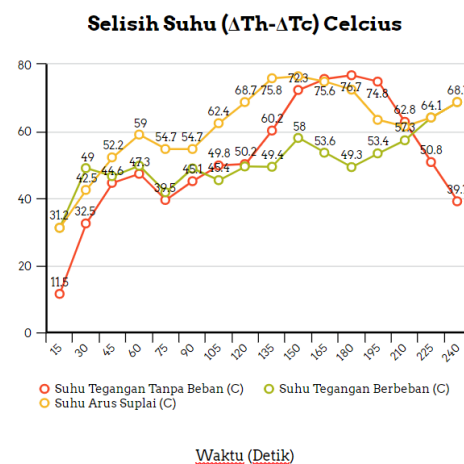
Berdasarkan hasil uji pada gambar 10 menampilkan hasil dalam bentuk grafik mendapatkan data ketika pengujian pada kondisi *standby* sampai putaran gigi 3000 RPM selama masing-masing kondisi 60 detik dengan total durasi 240 detik. Pada grafik tegangan cenderung naik secara stabil dengan tegangan puncak sebesar 3,66 volt pada kondisi 3000 RPM dan durasi ke detik 240 dan mengalami penurunan pada pergantian kondisi 2000 RPM durasi 180 detik ke kondisi 3000 RPM. Pada grafik arus yang didapatkan cenderung fluktuatif (naik-turun) secara signifikan di seluruh pergantian kondisi setiap satu menit dengan arus puncak didapatkan pada kondisi 1000 RPM dan 2000 RPM pada detik ke 90 dan 180 sebesar 0,23 amp.



Gambar 11. Grafik daya terhadap hasil tegangan beban dan arus suplai beban

Berdasarkan hasil uji pada gambar 11 menampilkan hasil perhitungan daya listrik yang didapatkan terhadap tegangan beban dan arus suplai beban yang didapatkan menggunakan rumus hubungan tegangan dan arus ($P = V \cdot I$) mendapatkan data rekapan daya yang tercipta ketika pengujian pada kondisi *standby* sampai putaran gigi 3000 RPM selama masing-masing kondisi 60 detik dengan total durasi 240 detik. Pada grafik dengan kondisi roda gigi berputar pada 3000 RPM menghasilkan daya puncak sebesar 0,8 watt dan cenderung grafik dari kondisi *standby* sampai 3000 RPM mengalami kenaikan secara signifikan dan mengalami penurunan ketika pergantian kondisi seperti 1000 RPM ke 2000 RPM dan 2000 RPM ke 3000 RPM atau pada tiap menit.

3.3.3 Suhu Keluaran



Gambar 12. Grafik Hasil Uji Perbedaan Suhu

Berdasarkan hasil uji pada gambar 12 menampilkan konversi selisih suhu panas dan dingin pada kedua bagian sebagai media yakni knalpot pada kondisi *standby* sampai putaran gigi 3000 RPM selama masing-masing kondisi 60 detik

dengan total durasi 240 detik. Pada grafik dengan nilai yang sudah terkonferensi menjadi selisih antara suhu panas dan dingin dengan pengujian arus dan tegangan mendapatkan selisih suhu puncak pada tegangan beban dan arus suplai beban sebesar 68,7 °C dan 75,8 °C dan cenderung fluktuatif (naik-turun) secara stabil sedangkan tanpa beban mendapatkan selisih suhu puncak yakni 76,7 °C dan cenderung fluktuatif (naik-turun) secara stabil.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- a. Sensor *peltier* merupakan sebuah komponen sensor aktif dengan fungsi utama sebagai pendingin mesin komputer atau sebagai sistem optimalisasi kondensator pada kulkas dengan diberikan tegangan listrik dan diberikan udara kipas atau air menimbulkan butiran es pada sisi dingin *peltier* sedangkan ketika diberikan suhu akan menghasilkan sebuah energi listrik.
- b. Sensor *peltier* bekerja pada efek *seebach* dan efek *peltier* yang bekerja ketika kedua sisi yang berbeda diberikan suhu yang berbeda yakni suhu panas dan dingin dikarenakan sensor *peltier* memiliki konstruksi dari bahan semikonduktor tipe n dan p sehingga dapat menghasilkan sebuah konfersi energi ke energi lain yakni energi listrik dengan perbedaan suhu pada kedua sisinya.
- c. Knalpot motor memiliki suhu panas yang cukup tinggi dikarenakan hasil pembakarannya yang terbilang memerlukan suhu panas yang sangat tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai media penghasil energi listrik ini dengan memanfaatkan suhu panas pada knalpot sepeda motor standar dengan suhu maksimal berkisar 216,9 °C.
- d. Pengujian dilakukan dengan menggunakan satu keping sensor dan penempatan pada bagian kepala knalpot motor injeksi Revo FI 110 cc dengan metode pengujian motor dinyalakan pada kondisi *standby*, roda gigi berputar 1000 RPM, 2000 RPM, dan 3000 RPM dengan durasi masing-masing kondisi satu menit (60 detik) dan total keseluruhan durasi yakni 240 detik mendapatkan hasil tegangan tanpa beban dan berbeban bervariasi pada puncak sebesar 3,50 Volt dan 3,66 Volt pada beban *smartphone* dan arus puncak yang dihasilkan sebesar 0,23 amp dengan suhu puncak pada pengujian tegangan dan arus sebesar 68,7 °C dan 75,8 °C serta suhu puncak tanpa beban sebesar 76,7 °C pada kepala knalpot dan menggunakan bantuan pendinginan berupa es batu yang dipasangkan secara langsung pada sisi dingin sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- Avaritsioti, Eleni.2016. *Environmental and economic benefits of car exhaust heat recovery. Transportation research procedia*, 14, 1003-1012.
- Karpe, S.2016. *Thermoelectric power generation using waste heat of automobile. International Journal of Current Engineering and Technology*, 4(4), 144–148.
- KOMINFO.2017. Survey penggunaan TIK 2017. Penerbit Pusat Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Informatika dan Informasi dan Komunikasi Publik Badan Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia dipublikasikan di <https://balitbangsdm.kominfo.go.id>
- Latif,Melda,dkk.2015. Potensi Energi Listrik pada Gas Buang Sepeda Motor. *Jurnal Rekayasa Elektrika* Vol. 11, No. 5, Desember 2015, hal. 163-168. ISSN.1412-4785, e-ISSN.2252-620x
- Orr, B., Akbarzadeh, A., & Lappas, P.2016. *An exhaust heat recovery system utilising thermoelectric generators and heat pipes. Applied Thermal Engineering*.n <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.11.019>
- Putra,Welsa,dkk.2015. Pengaruh penggunaan knalpot standar dan racing terhadap tekanan balik, suhu dan bunyi pada sepeda motor 4tak. Jurusan Teknik Otomotif FT UNP: Padang dipublikasikan pada tahun 2015
- Rafsanjani,Ahmad Anan,dkk.2017. Desain dan implementasi generator termoelektrik sebagai sumber energi alternatif untuk keperluan darurat design and implementation thermoelectric generator as alternative energy in emergencies. *Jurnal e-Proceeding of Engineering* : Vol.4, No.3 Desember 2017, ISSN : 2355-9365
- Robu.in.2019. SP1848-27145 Thermoelectric Power Generator/Thermocooler Peltier Module diakses di <https://robu.in/product/sp1848-27145-thermoelectric-power-generator-peltier-module-teg-120-degree/> pada 18 november 2019
- Sugiyanto.2014. Pemanfaatan panas knalpot sepeda motor metic 110 cc untuk pembangkitan listrik mandiri dengan generator termoelektrik. *Jurnal rekayasa mesin*, 9(3), 105-111.
- Susantono,Bambang.Ph.D.2014. “Sepeda Motor: Peran dan Tantangan” disampaikan pada event AISI (Asosiasi Industri Sepeda motor Indonesia): Jakarta
- Wardoyo.2016. Studi Karakteristik Pembangkit Listrik Termoelektrik Melalui Pemanfaatan Panas Knalpot Sepeda Motor Sport 150 cc. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, Edisi terbit II– April 2016 – Terbit 65 halaman.

www.bps.go.id (<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>). Diakses pada 30 Desember 2019.